

美国 BROOKFIELD 博力飞

DV-II+可编程控制式粘度计

操作指引手册

手册编号 No. M/97-164-D1000

说明：请以英文操作手册为准，中文版本仅作参考。

1. 简介

1.1 简介

美国 Brookfield 公司生产的旋转粘度计是粘度测定的世界标准。DV-II+是博力飞 Brookfield 公司粘度计系列中的实验室仪器，它可以与博力飞 Brookfield 产品系列的其它配件如超低粘度承接器、小量样品承接器、升降平台、螺旋承接器、恒温水浴或加热器等一起使用，以及在 DV-II+基础上的威-博力飞锥/板粘度计，从而构成适应范围宽广而全面的粘度测量系统。

所有 Brookfield 粘度计，包括威-博力飞锥/板粘度计，均通过一个经校验过的铍-铜合金的弹簧带动一个转子在流体中持续旋转，旋转扭矩传感器测得弹簧的扭变程度即扭矩，它与浸入样品中的转子被粘性拖拉形成的阻力成比例，扭矩因而与液体的粘度也成正比。

DV-II+型粘度计测定相当广范围的液体粘度，粘度范围与转子的大小和形状以及转速的有关。因为，对应于一个特定的转子，在流体中转动而产生的扭转力一定的情况下，流体的实际粘度于转子的转速成反比，而剪切应力与转子的形状和大小均有关系。对于一个粘度已知的液体，弹簧的扭转角会随着转子转动的速度和转子几何尺寸的增加而增加，所以在测定低粘度液体时，使用大体积的转子和高转速组合，相反，测定高粘度的液体时，则用细小转子和低转速组合。

DV-II+型粘度计采用液晶显示，显示信息包括粘度、温度、剪切应力/剪切率、扭矩、转子号/转速等。0-10mV 和 0-1V 的模拟信号输出端子可用于连接外部显示器件和记录设备，而 RS-232C 数字信号输出接口则可以用于连接电脑等外围数据处理系统。

对于博力飞 DV-II+粘度计系列，有四种配有不同形变系数弹簧的型号可供选择：

型号	弹簧扭矩	
	dyne-cm	milli Newton-m
LVDV-II+	673.7	0.0673
RVDV-II+	7,187.0	0.7187
HADV-II+	14,374.0	1.4374
HBDV-II+	57,496.0	5.7496

弹簧形变系数越高，其测量范围越大，详细的量度范围请参阅附录 B。

所显示的数值会因所选择的的计算单位（CGS 或 SI）而异

1. 粘度：可以显示 cP 或 mPa.s 值。
2. 扭矩：以最大弹簧扭矩的百分比表示。
3. 剪切应力：单位为 dyne/cm² 或牛顿/平方米
4. 剪切率：1/秒

计算单位互换：

	国际单位	=	CGS
粘度：	1mPa.s	=	1cP
剪应力：	1 牛顿/米	=	10dyne/cm ²
扭矩：	1 Newton-m	=	10 ⁷ dyne-cm

1.2 组件

名称	编号	数量
DV-II+粘度计		1
S 型实验室用支座		1
转子数		
LVDV-II+： 4 支	SSL	1 套
RVDV-II+： 7 支	SSR	1 套
HA/HBDV-II+： 7 支	SSH	1 套
电缆：		
115 伏	DVP-65	1
或 230 伏	DVP-66	1
温度探针：	DVP-94Y	1
护脚：		
LVDV-II+	B-20Y	1
RVDV-II+	B-21Y	1
包装手提箱：	DVE-7Y	1
DVLOADER 软件：	DVLOADER	1
连接电缆：	DVP-80Y	1
操作手册：	M/97-164	1

1.3 性能

输入电压：115 伏或 230 伏交流电压（订购时请注明贵国的电压）

频率：50/60 Hz

功耗：小于 20 瓦

净重：9 公斤

工作温度：-100°C — 300°C (-148°F — +572°F)

扭矩模拟信号输出：0—1 伏（对应 0—100%最大扭矩）

温度模拟信号输出：0—4 伏（10mV/°C）

RS-232 串行口：用于连接打印机或电脑。

并行口：用于连接打印机

粘度测量精度：测量范围的±1%

重复性：±0.2%

温度测量精度：±0.1°C：在-100°C到+149°C之间；

±0.2°C：在 150°C和 300°C之间

电器认证：CUL, CE

1.4 安装方法

1. 根据附录 H，装配好支架。
 2. 把 RDT 温度探针连接到机身背面的温度探针插孔上。
 3. 调节粘度计的水平，使水平气泡在黑色圆圈中。
 4. 拆除转子接头保护帽。
 5. 把粘度计背面上的电源开关扳到关闭位置，接上供电电缆。
 6. 对于锥/板粘度计，请参阅附录 A。
 7. 根据需要，用连接电缆通过串行口连接 DV-II+和电脑或打印机。
 8. 根据需要，用连接电缆通过并行口连接 DV-II+和打印机。
 9. 根据需要，用连接电缆通过模拟输出口（串行口）连接 DV-II+和图表绘制仪。
- 注意：DV-II+粘度计必须连有地线。

1.5 控制面板介绍

1. UP ARROW：上箭头，用于选择转速，转子，以及其他选项。
2. DOWN ARROW：下箭头，用于选择转速，转子，以及其他选项。
3. MOTOR ON/OFF ESCAPE：开关电机，或退出选项菜单。
4. SET SPEED：转速设定。
5. SELECT DISPLAY：选择所需显示的参数：粘度 cP，剪应力 SS，剪切率 SR。
6. ENTER /AUTO RANGE：确认选中的选项，或显示当前转子/转速组合下，可测量的粘度最大值。
7. SELECT SPINDLE：按第一下进入转子设定模式，通过上下箭头键选择合适的转子编号，再按第二下确定。
8. PRINT：进入或退出打印模式。
9. OPTION/TAB
OPTION：开启选项菜单。
TAB：在可选参数之间切换。

II. 操作说明

II.1 自动校零

在读数之前，粘度计必须先进行自动校零。每当电源开关关掉以后，重新使用仪器时都要进行这一步骤。粘度计的显示屏会引导你用下面的步骤进行操作：

打开粘度计主机后面的电源开关，然后显示屏出现图 1 的信息。粘度测量的范围显示在左下角，图 1 显示的是 RV 型。



BROOKFIELD DV-II+
RV VISCOMETER

图 1

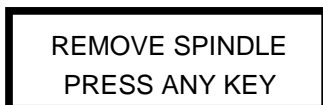
几秒钟以后，屏幕会显示：



BROOKFIELD DV-II+
VERSION: 5.0

图 2

这时不需要按任何键。一会之后，荧屏显示为：



REMOVE SPINDLE
PRESS ANY KEY

图 3

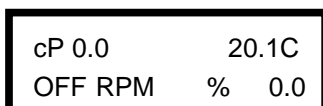
取下转子以后，按任意键，DV-II+开始自动校零。屏幕会闪烁“Autozeroing”。过了大约 15 秒钟，屏幕显示如图 4 的信息：



REPLACE SPINDLE
PRESS ANY KEY

图 4

然后按任意键，屏幕会出现默认信息：



cP 0.0	20.1C
OFF RPM	% 0.0

图 5

这与你上次测试所选的温度单位（℃或℉）和粘度单位（cP 或 mPa.s）有关。

LV DV-II+粘度计提供 4 个一套的转子和一个窄的护脚；RV DV-II+粘度计提供 7 个一套的转子和一个宽的护脚；HA DV-II+和 HB DV-II+粘度计都提供 7 个一套的转子，没有护脚。（参阅附录 E 部分了解关于护脚的更详细的资料。）

将转子旋接到粘度计的连接头上，注意它是左手螺旋线方向的。在连接转子时要注意保护粘度计的连接头，并用一只手轻轻提起它，这样可以避免枢轴针和宝石轴承的强烈碰撞和摩擦。转子的螺帽和粘度计的螺纹连接头要保持光滑和清洁，以避免转子转动不正常。可以通过转子螺帽上的数字识别转子的型号。

DV-II+需要键入转子编号来进行粘度、剪切率和剪切应力的计算。DV-II+粘度计存储器存储了所有标准转子和自定义转子的编号，每个转子的编号都为两个数字（附录 D 有所有转子的编号）。

注意：当电源关掉时 DV-II+粘度计会将当前使用的转子号保存下来。

按“SELECT SPINDLE”键就会显示当前的转子号而不是温度，字母 S 开始闪动，持续三秒钟。如果在 S 闪动时按下、下箭头键，S 右边的两位数的转子号码就会随之变化（按下箭头转子号增大，按下下箭头转子号减小）。如果按住箭头键不放，一连串的转子号就会滚动直到放松按键或到达转子号滚动条的顶端或底端。

当所想设定的转子号出现时，放松箭头按键暂停滚动。此时再按一次“SELECT SPINDLE”键，就可确认你所选择的转子号。

注意：在闪烁停止之前要按“SELECT SPINDLE”键约三秒来进行确认。如果确认失败，你可重复上述操作选择转子。

这样 DV-II+就可以用新的转子号来进行计算了。

注意：用 Wingather 软件编程时，号码为 99 的编号可用于特殊转子。要想了解更详细的情况，请参阅 Wingather 操作手册。

用客户指定的特殊转子时，DV-II+也可以程控。你可以在转子滚动表列上从“AA”到“AZ”想找到这些特殊的转子号。如果需要特殊转子，请联系 Brookfield 博力飞公司或授权代理商。

II.3

SET
SPEED

选择转速，设定，运行

DV-II+粘度计有 54 种可编程转速。包括标准表盘式粘度计的 18 种转速和另外 36 种转速。

DV-II+粘度计的转速有三种类型，连续型转速（参阅附录 F）、间隔型转速（参阅第 III.2.3 节）和自定义转速（参阅附录 F）。

按上下箭头键选取你想要的转速，然后在“RPM”闪动的三秒的时间内按“SET SPEED”键确认。如果你设定的转速为 6RPM，这时屏幕显示如下：

cP 0.0	20.1C
6.0 RPM	% 0.0

图 6

注意：当电源关掉时 DV-II+粘度计会将当前使用的转速保存下来。

任何时候按住箭头键不放，一连串的转速就会滚动直到放松按键或到达滚动条的顶端或底端。

按“MOTOR ON/OFF/ESCAPE”键使转子停止转动，此时 DV-II+的转速为 0.0RPM，这时屏幕显示如下：

cP 0.0	20.1C
OFF RPM	% 0.0

图 7

注意：在选择转子或转速的时候，DV-II+就根据新设定的转子和转速计算粘度值，并可即刻显示出来。

II.4

SELECT
DISPLAY

选择显示项

在显示屏的左上角可显示粘度(单位为 cP 或 mPa.s)、剪切应力、剪切率。你可以通过按“SELECT DISPLAY”键来转换显示的项目。例如，当前显示屏如图 8 所示：

cP 123e3	20.1C
6.0 RPM	% 0.0

图 8

当粘度值超过 99,999，就会用科学计数法来显示。在图 11 种，粘度值为 123,400Cp。

第一次按“SELECT DISPLAY”键会显示剪切应力（SS）（单位为 Dynes/cm²或 Newtons/m²），如图 9 所示：

SS 29.0	20.1C
6.0 RPM	% 15.6

图 9

如果剪切应力值超过 99,999，就会用科学计数法来显示。
按第二次“SELECT DISPLAY”键，显示剪切率（SR）（单位为 S-1），如图 10 所示：

SR 40.0	20.1C
6.0 RPM	% 15.6

图 10

再按一下“SELECT DISPLAY”键，显示项又变成粘度（cP）了。

注意：1. 你可以在任何时候设置显项，不会影响到粘度的计算。
2. 剪切应力和剪切率的显示只有在使用部分转子的时候才有。否则，数值显示为“0”。

测量单位的选择：

DV-II+粘度计可以用“SETUP”来选择打印数据的单位是 CGS 制还是 SI 制。

II.5

ENTER
AUTO
RANGE

自动显示当前转子/转速组合的最大量程

按“ENTER/AUTO RANGE”键，可以得到当前转子/转速组合可测量的最大粘度量程。任何时间按此键，都可以看到当前粘度值变成了满刻度量程时的粘度值。这时扭矩%为 100%。图 11 显示的是用 LV 的 1 号转子在 60RPM 转速下的最大测量范围：

cP 100.0	S61
60 RPM	% 100

图 11

注意：1. 如果转速为 0 RPM，粘度最大值也显示为 0.0 cP 或 0.0mPa.s。
2. 当粘度计在“ENTER/AUTO RANGE”模式下，连接的打印机或电脑输出的数据都是此最大量程值。
3. 此功能只有在默认状态下有效。

II.6 超出测量范围

当超出 DV-II+的测量范围时，屏幕会有显示。当扭矩超过 100%，百分比读数、粘度和剪切率读数均显示为 EEEE，如图 12 所示：

cP EEEE	20.1C
10 RPM	% EEEE

图 12

此时，你需要改变转速或转子。如果你选择的转速使扭矩值低于 10.0%，%（扭矩）、cP（粘度）、SS（剪切应力）和 SR（剪切率）就会闪动，如图 13 所示：

cP	12.4		20.1C
10 RPM	%		8.2

图 13

图 14 时扭矩为负数的情况：

cP	----		20.1C
10 RPM	%		-2.2

图 14

图 15 为上述各种条件下的打印输出：

正常操作：									
RPM=50	M=RV	S=29	%=51.4	cP=10280	D/CM2=1285	1/SEC=12.3	T=20.1C	Z00:30	
超过测量范围（扭矩>100%）（见图 14）：									
RPM=50	M=RV	S=29	%=EEEE	cP=EEEE	D/CM2=EEEE	1/SEC=12.3	T=20.1C	Z00:30	
低于测量范围（扭矩<10%）（见图 15）：									
RPM=50	M=RV	S=29	%=5.2	cP=1040	D/CM2=130	1/SEC=12.3	T=20.1C	Z00:30	
负扭矩情况（见图 16）：									
RPM=50	M=RV	S=29	%=-0.1	cP=----	D/CM2=----	1/SEC=12.3	T=20.1C	Z00:30	

M=扭矩范围

T=温度

Z=时间

图 15

II.7 温度显示

用温度探针测试的温度，可以显示在 DV-II+的屏幕上。用选项菜单可以选择温度单位℃或°F。图 16 显示的温度单位为℃。

cP	123.4		20.1C
10 RPM	%		19.7

图 16

如果粘度计没有连接温度探针，或在电源打开以后取掉温度探针，显示会变成“----C”，表示没有温度探针。表 1 是 DV-II+的温度测量精度：

表 1

可编程 DV-II+粘度计的温度精确度	
温度范围	精确度
-100°C 到 +149°C	±1°C
+150°C 到 +300°C	±2°C

11.8

PRINT

打印

DV-II+粘度计连接串行（RS232）或并行打印机可以打印数据。参阅附录 G。有两种打印方式：

1. 每按一次打印/PRINT 键（至少 3 秒钟），就会打印一行数据。
2. 如果按打印/PRINT 键超过 3 秒钟，就会以你在 Option 菜单中设定的打印间隔时间进行连续打印（参阅第三部分第 4 节）。显示屏上%符号前会出现一个闪动的 P 字母。如图 17 所示：

cP 123.4	20.1C
10 RPM	P% 19.7

图 17

要想停止打印，按打印 PRINT 键 1 秒钟，此时闪动的 P 字母就会消失。

当用并行口进行打印时，请注意如果打印机没有连接到粘度计，显示屏会显示如下：

PRINTER ERROR
CHECK CONNECTION

图 18

11.9 粘度测量

当用标准转子配普通型号粘度计测量时，建议使用 600ml 的 Griffin 烧杯。

1. 安装粘度计，调节机身顶部的水平气泡在黑色圆圈中。
2. 将转子浸入样品中至转子杆上的凹槽刻痕处。如果是碟形转子，注意要以一个角度倾斜地浸入样品中以避免因产生气泡而影响测试结果。在这过程中应避免有横向冲击。然后检查粘度计是否处于水平状态，转子浸入深度是否合适。
3. 选择转子和转速组合，使扭矩百分比读数在 10-100%范围内。粘度大的样品，使用面积小的转

子和较低的转速；对于低粘度的样品，情况相反。对于非牛顿流体，转速/转子的改变会导致粘度读数的变化。另外，在读数前，应隔一段时间让度数稳定下来，时间的长短取决于不同的流体性质。

4. 每当换转子或样品时，要按“MOTOR ON/OFF/ESCAPE”键使电机关闭。测量完毕取下转子，然后清洗干净，放回装转子的盒中。
5. 有关数据结果的分析、非牛顿流体和触变性流体的粘度测试方面的阐述，请参阅我司编制的“More Solutions to Sticky Problems”书，它是随机附送的。如果使用Wingather 可选软件可以进行数据采集和分析。

II.10 时间模式

时间模式是指 DV-II+的“Time to Stop”和“Time to Torque”功能。

Time to Stop（定时功能）：是指在用户设定转速和转子后，粘度计在设定的时间内连续测量流体粘度的变化，并同时在屏幕上显示的功能。

Time to Torque：指在用户设定转速和转子的情况下，在屏幕上连续显示所经历的时间，一直到扭矩百分比值到达设定值为止。

当指令执行完毕，粘度计会停止运转并在屏幕上提示执行完毕，和显示最终粘度值（Time to Stop）或所经历的时间（Time to Torque）。按上下箭头可翻阅其他参数值，如扭矩百分比（%Torque）和转速。按其他任意键（“PRINT”键，和“ENTER/AUTORANGE”键除外）可中断该指令的执行，屏幕回到默认状态并停止电机运转。

III. 选项菜单

III.1

OPTION
TAB | ← |

选项菜单的介绍

有关 OPTION/TAB 键的功能如下表：

从 SETUP 菜单可以进入下列命令：	
Temperature/温度	— °F 或 °C
Units/单位	— CGS 或 SI
* Speed Sets/设定	— Sequential (连续), Interleave (间隔), Custom (自定义)
Printer Port/打印端口	— Serial (R232 串行口) 或 Parallel (并行口)
Data Averaging 数据平均	—
* TIME TO STOP	设定电机停止转动的的时间
* TIME TO TORQUE	设定到达指定扭矩的时间
SET PRINT TIME:	设置打印时间
PC PROG (ON/OFF): 可以/不可以连接串行接口 R232	
* DOWNLOAD A PROGRAM:	连接电脑, 下载 B.E.V.I.S.程序
* RUN A PROGRAM:	执行一个 B.E.V.I.S.程序
<hr/>	
* 当电机开启时该命令无效	

注意事项：

- 当选中以下选项：转速自定义选项 Custom Speed option、Time to Torque 选项、定时停止选项 Time to Stop、下载程序选项 Download A Program、运行程序选项 Run A Program 时，打印输出会被暂停直到其他选项被选中。
- 当电机开动时，只有以下几个选项可用：CGS/SI 单位转换选项，摄氏/华氏单位转换选项，打印时间间隔设定选项和 PC PROG 选项。
- 再次进入选项菜单时，上次最后选中的选项会在屏幕上闪烁。

III.2 使用选项菜单的步骤

1. 按 OPTION/TAB 键，进入选项主显菜单；
2. 按上下箭头键和左右箭头键选项；
3. 按“ENTER/AUTO RANGE”键确认，进入二级菜单。
4. 按上下箭头键或左右箭头键，选定设项；
5. 按“ENTER/AUTO RANGE”键确认，完成设定。

III.2.1 温度显示

DV-II+粘度计可以以摄氏度或华氏度为单位显示温度值。可以按“OPTIONS/TAB”键在两者间进行选择。

III.2.2 计量单位

DV-II+粘度计可以以 SI 或 CGS 为单位显示各测量值。可以按“OPTIONS/TAB”键在两者间进行选择。

III.2.3 电机转速集合的选择

DV-II+粘度计有三种可选转速集合供用户选择：连续型 Sequence，间隔型 Interleave，用户自定义转速集合 Custom Speed。默认设置为 Sequence。详情请参阅附录 F。对于用户自定义转速集合的定义，首先选中用户自定义转速集合选项并按“ENTER/AUTORANGE”键确定。屏幕会如图 19 所示，在 54 个可选速度选项中选中所需转速，按“SET SPEED”键确定。选定的速度前会出现一个*号。重复以上动作，选择其他 17 个转速。一共可自定义 18 个转速。超过 18，系统会发出“嘟嘟响”的声音提示用户。完毕后，按“ENTER/ AUTORANGE”键确认并返回上级菜单。加上默认第一个转速 0，用户自定义转速集合一共有 19 种转速可供选择。



图 19

III.2.4 打印输出接口选择

DV-II+粘度计提供串行口（Serial Port）和并行口（Parallel Port）两个打印输出接口可供选择。可以按“OPTIONS/TAB”键在两者间进行选择。

III.2.5 数据平均值计算(Data Averaging)

一旦选中此选项，所有的数据都会以扭矩百分比的平均值计算，并显示出来。同时，在屏幕上显示一个闪动的“A”。进入该选项，选定需要平均的扭矩百分比的数量（最多为 10 个）。

例如：设定量为 8，那么第一个在屏幕上显示的平均扭矩百分比值就是第 1 个扭矩百分比值到第 8 个扭矩百分比值的平均值。那么第二个在屏幕上显示的平均扭矩百分比值就是第 9 个扭矩百分比值到第 16 个扭矩百分比值的平均值。以此类推。

注意：不会对扭矩模拟信号输出量的大小进行平均值计算。

III.3 时间模式选项

时间模式是指 DV-II+ 的“Time to Stop”和“Time to Torque”功能。可以按“OPTIONS/TAB”键在两者间进行选择。以下作详细解说：

III.3.1 Time to Stop

Time to Stop 是指在用户设定转速和转子后，粘度计在设定的时间内连续测量流体粘度的变化，并同时在屏幕上显示的功能。

操作方法：选中 Time to Stop 选项，按 ENTER/AUTORANGE 键进入，设定好时间（可长达 59 分钟 59 秒）和转速，分别按 ENTER/AUTORANGE 键确定输入的参量。之后屏幕提示按 ENTER/AUTORANGE 键开始运行。屏幕上会显示所测量的流体粘度的值和所剩的时间。一直到倒数完毕，停止运作。在进行过程中，可按“MOTOR ON/OFF ESCAPE”键中断此过程。

III.3.2 Time to Torque

Time to Torque 是指在用户设定转速和转子的情况下，在屏幕上连续显示所经历的时间，一直到扭矩百分比值到达设定值为止所需的时间的功能。

操作方法：选中 Time to Torque 选项，按 ENTER/AUTORANGE 键进入，设定好扭矩百分比值和转速，分别按 ENTER/AUTORANGE 键确定输入的参量。之后屏幕提示按 ENTER/AUTORANGE 键开始运行。屏幕上会显示所经过的时间和当前扭矩百分比值。

III.3.3 打印时间间隔设定

按上下箭头键选“SET TIME INTERVAL”选项，按 ENTER/AUTORANGE 键进入。按“OPTIONS/TAB”键在分钟和秒钟两者间进行选择，输入合适的时间间隔，最长可达 59 分钟 59 秒。然后按“ENTER/AUTORANGE”键确认，并返回上级菜单。

注：所输入的设置值不能为 0，否则会导致打印机连续打印

III.3.4 PC Program (On/Off) 串行口数据高速输出模式切换开关

当此选项设为开时（ON），粘度计上的串行口（SERIAL PORT）会进入高速数据输出状态（大约 3 行/秒），配合博飞的“Wingather”软件 1.1 版本进行数据采集。这时，所有对主选项菜单除“PC PROGRAM”选项以外的操作都被禁止，一直到“PC PROGRAM”选项设为关闭“OFF”模式。当需要进入高速数据输出模式时，按“OPTIONS/TAB”键选择“PC PROGRAM ON”，并按“ENTER/AUTORANGE”键确认，再按“MOTOR ON/OFF ESCAPE”键退出主选项菜单。

注意：要存取 B.E.V.I.S. 程序时，一定要设定为 PC PROG OFF 状态。

III.3.5 DOWNLOAD A PROGRAM 下载程序

在 OPTION 菜单中选择 DOWNLOAD A PROGRAM，如图 20 所示：



图 20

然后按“ENTER/AUTO RANGE”键，屏幕显示为：



图 21

用上下箭头键，选择 1-4 号存储槽的一个，按“ENTER/AUTO RANGE”键确认。屏幕显示为：

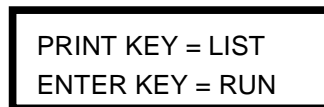


图 22

此时按 PRINT 键可以打印 B.E.V.I.S.程序，打印完毕后屏幕回到图 21 的显示状态；如果按 ENTER 键可以开始运行程序。

如果此时粘度计没有与电脑连接，屏幕上会显示提示信息如下：

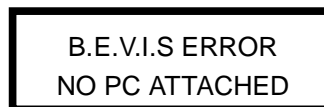


图 23

III.3.6 RUN A PROGRAM 运行程序

在主选项菜单中选中“Run a Program”选项，选择合适的程序，按“ENTER / AUTORANGE”键运行或按“PRINT”键打印程序。

IV. DVLOADER 软件

DVLOADER 软件是 WINDOWS 程序，存储在随机附送的 3-1/2" 软盘上。用户可以利用本软件所提供的各种指令在电脑上编制合适的程序，控制可编程 DV-II+粘度计。

IV.1 DVLOADER 软件概述

在电脑上用 DVLOADER 软件生成一个程序，然后下载到 DV-II+粘度计里。DVLOADER 软件具有以下几种功能：

- I 重复运行同一个测试程序，用于产品质量控制。
- I 在连续测试前等待到符合指定的测试条件时测定（例如到指定的扭矩值、温度值，按某个键等等，就可进行测试）。
- I 用自定义转速运行粘度计。
- I 程序内设有时钟，可控制打印时间。

IV.2 DVLOADER 软件各项命令详解

命令代号		功能
WTI	时间 (MM:SS)	设定测试间隔时间。
WPT	% 扭矩 (%)	指定扭矩值。
WTP	温度值 (°C)	设定测量温度。
WKY	16 种或少于 16 种文本信息	当 DV-II+显示屏的第二行为“PRESS A KEY”时，第一行可显示详细的信息。设定 WKY 可让粘度计等待操作者按键时才运行。每隔几秒钟，仪器会发出嘟嘟声提醒操作者按键。DVLOADER 软件上的转速与粘度计上的自定义转速一样。
SSN	转速设定 (RPM)	
SPI	时间 (MM:SS)	设置打印时间间隔。分：秒
SSP	设定转子号	对于某些特定的转子，可以计算粘度、剪切应力和剪切率
STZ	N/A	设定时钟回零
PDN	N/A	现在打印数据点
PLN	最多打印 16 项文本	现在打印文本

应用上列命令组合，可以实现粘度计的自动控制和进行数据采集。

IV.3 生成一个 B.E.V.I.S.程序

用鼠标点击 File/Run 键（Windows3.1）或 Start 键（Windows95），选择运行，按 OK 键即可打开 DVLoader 软件。

根据你的测试的需要，用不同的命令组合，生成一个 B.E.V.I.S.程序。

IV.4 下载程序到 DV-II+粘度计里

在下载前，必须确保仪器处于以下状态：

- I 电脑与粘度计已连接好。
- I DV-II+的电机处于关闭状态。
- I 设定 PC PROG 于“OFF 关闭”状态。
- I 将显示切换到“OPTIONS/DOWNLOAD A PROG/LOAD TO SLOT #x”，选择存储槽，然后按“ENTER/AUTO RANGE”键确认。例如选了#1 存储槽，屏幕就会出现“DOWNLOAD PROG TO STORAGE SLOT #1。按键确认后即进行下载，完成之后显示为“DOWNLLOAD DONE TO EXIT PRESS A KEY”，此时可以打印程序或运行程序。点击“Exit”图标退出 DVLoader 软件。

注意：最后要退出 DVLoader 软件这一步非常重要，因为只有这样，R232 串行口才能用于连接串行打印机或电脑。

附录 A - Cone/Plate 锥/板粘度计的安裝

锥板粘度计的操作规程于标准粘度计大致是一样的，只是在测量开始前要先调节锥和板之间的间隙。所谓调节锥与板之间的间隙是转动“板”（在样品杯里），让其与锥中间的触点接触，然后反向旋转“板”，使其与锥触点的间距为 0.0005 英寸（0.013mm）。可编程控制式 DV-II+粘度计为新型的电子指示间隙调节，使调节更为方便、简易。

A.1 电子间隙设定操作界面

切换开关：开启/关闭电子间隙设定功能，拨向左，关闭电子间隙设定功能，拨向右，开启电子间隙设定功能。

红色指示灯：亮时，表示开启电子间隙设定功能。

黄色指示灯：亮时，表示“接触点”已经找到。

位置标记滑块：用于当找到触点时，标记接触点在微调环上的相对位置。

微调环：用于调节锥与板之间的相对间隙。左旋（顺时针）降低样品杯的位置，右旋（反时针）则升高样品杯。环上每格代表 0.0005 英寸的移动量。

A.2 安裝

1. 确定仪器安装在支架上，调节水平和自动对零，锥/板无接触，以及扭矩显示值为 0%。
2. 将恒温水浴进出水胶管连接到样品杯的进出水口，进行恒温。
3. 关闭电机，安装时用随机附送的扳手将粘度计的连接头轻轻抬起，然后用手按左手螺旋线方向旋上转子。CPE 的锥转子不适合用在旧机型上（系列号在 S/N50969 以上），只适合用在有电子间隙调节的新机型上。
4. 装上样品杯，注意锥和样品杯不能接触。

注意：当电子间隙指示灯亮时，电传导液体可能会影响测试结果。所以通常情况下，在电子间隙设置好后，要先将指示灯关闭，才能进行读数。

A.3 电子间隙设置步骤

1. 将指示灯打开，进入间隙调节状态，此时红灯亮。
2. 如果黄灯也亮，就要顺时针旋转有刻度的微调环直到黄灯灭。
3. 如果黄灯不亮，则反时针旋转微调环直到黄灯刚刚亮，该点即为锥/板接触点。
4. 往左或右移动位置标记滑块到最靠近满刻度分离标志。
5. 旋转微调环退回一格并对齐两条标志线。此时黄灯应该熄灭。
6. 锥板间隙设置完毕，关掉开关使红色灯灭。

注意：

1. 当微调环没有移动过时，在移动或换样品杯使可以不用重新设置间隙。
2. 每次取下或安装转子时，要重新调节间隙。

A.4 仪器校验

1. 据附录 A 表 A1 找出当前转子所需的样品量。
2. 选择一种粘度值使扭矩值在 10% 至 100% 最大测量值范围的标准液。当粘度值大于 5000cP 时，请选用矿物油标准液，而不是硅油标准液。对于指定的转子和转速，标准液的粘度值最好尽量接近该组合下的粘度计最大测量值。详情请参阅附录 E。
3. 拆下样品杯，滴入标准液。
4. 装上样品杯并让所有部件有足够的时间达到一致的温度。
5. 开动机，设定转速，转动至少 5 转后，开始测量并记录粘度值和扭矩百分比读数。
6. 比较所测得的粘度值是否在标准液粘度的 $\pm 1\%$ 的范围内。

说明：凡标有“CPE”标记的锥只可用于有电子间隙设定功能的粘度计/流变仪上。

附录 B - 粘度范围

参阅英文操作手册。

附录 C - 影响因素

参阅英文操作手册。

附录 D - 转子和机型代号

参阅英文操作手册。

附录 E - 校验方法

粘度计的准确性可通过使用博力飞的粘度标准液来测定，标准液为牛顿流体，其粘度值在 25°C 下测定，各种标准液的粘度请参阅表 E1 和表 E2，以及产品目录第 26 页。

器皿大小：对于粘度小于 30,000cP 的标准液，盛装容器为有 500 毫升有效体积的 600 毫升的低形烧杯，对于粘度大于或等于 30,000cP 的标准液，直接使用盛装标准液的容器。标准容器的内直径为 3.25" (8.25cm)，高度为 4.75" (12.1cm)，注意可以使用比标准烧杯大的容器，但不建议使用比标准烧杯小的容器。

25°C 标准液		高温标准液
粘度 (cP)	粘度 (cP)	三种粘度/温度
5	5,000	HT-30,000
10	12,500	HT-60,000
50	30,000	HT-100,000
100	60,000	
500	100,000	** 25°C , 93.9°C , 149°C
1,000		请参阅 Brookfield 博力飞产品目录了解更多这方面的信息

表 E1

矿物油标准液	
BEL 编号	粘度 (cP) 25°C
B31	31
B210	210
B750	750
B1400	1,400
B2000	2,000
B11000	11,000
B20000	20,000
B80000	80,000
B200000	200,000
B420000	420,000

表 E2

校验温度: 标准液标签上温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 范围内。

检验条件: 安装好粘度计，水浴温度稳定在检验温度，对于 LV 和 RV 系列粘度计，需装上护腿。

博力飞粘度标准液性能简介

通常来说，标准液性能不会随时间而变化。但在使用过程中，标准液会因为混入溶剂，不同粘度的标准液或其它外接物质而受到污染。故此我们推荐用户当标准液使用一年后，更换新的标准液。如果标准液未受到污染，标准液可以循环使用。在烧杯中的粘度标准液可以倒回盛装容器中，作日后之用。在小量样品承接器、超低粘度承接器、加热器或螺旋承接器中使用的标准液通常倒掉处理。

使用标准转子的 LV, RV, RA, HB 粘度计的校验方法

1. 把盛有标准液的容器浸入水浴。
2. 把粘度计降到测量位置。
3. 装上转子。对于碟状转子，预防有气泡附在转子上。
4. 整套设备保温至少 1 小时，并定时搅拌。
5. 1 小时后，测量当前温度，如果在设定温度的 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的范围内，开始测量并记录粘度值。
6. 如果粘度计工作正常，所测得的粘度值应该落在允许的误差范围内。

使用小量样品承接器的粘度计的校验方法

1. 把水夹套的进/出水口与水浴连接，设定并稳定好水浴的温度，在盛样器中加入适量的标准液。

2. 把盛样器装入水夹套中。
3. 插入转子，利用接头延长杆把转子连接到 DV-II+粘度计上。
4. 恒温一段时间使粘度标准液、盛样器和转子的温度达到测试温度。
5. 开始测量并记录粘度值。

使用恒温加热器（Thermoseal）的粘度计的校验方法

使用恒温加热器时，先在控制器设定并稳定好测试温度

1. 在 HT-2 样品盛装容器中加入适量的 HT 标准液。
2. 把盛样器装入恒温加热器中。
3. 插入转子，利用接头延长杆把转子连接到 DV-II+粘度计上。
4. 恒温一段时间使粘度标准液、盛样器和转子的温度达到测试温度。
5. 开始测量并记录粘度值。

使用 UL 超低粘度承接器的粘度计的校验方法

1. 把水夹套的进/出水口与水浴连接，设定并稳定好水浴的温度，在盛样器中加入适量的标准液。
2. 插入转子，利用接头延长杆把转子连接到粘度计上。
3. 把盛样器固定在安装槽上。
4. 降低粘度计，把盛样器浸入水浴，或装上水夹套。
5. 恒温一段时间使粘度标准液、盛样器和转子的温度达到测试温度。
6. 开始测量并记录粘度值。

使用升降支架的粘度计的校验方法

对于使用升降支架和 T 形转子的粘度计，首先拆下 T 形转子，装上标准转子（LV：#1-#4，RV：#1-#7）。方法与校验使用标准转子的粘度计一样。T 型转子不能用于检验粘度计。

使用螺旋承接器的粘度计的校验方法

1. 把盛有标准液的容器浸入水浴。
2. 装上转子，套上外筒 SA-1Y，并把外筒固定在粘度计上。
3. 把粘度计降低到测量位置，让电机以 50RPM 或 60RPM 的速度旋转，一直到标准液溢出外筒。
4. 整机预热至少 60 分钟，并定期开动电机搅拌。
5. 1 小时后，测量当前温度，如果在设定温度的 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的范围内，开始测量并记录粘度值。
6. 如果粘度计工作正常，所测得的粘度值应该落在允许的误差范围内。

威/博力飞锥板粘度计的校验方法

1. 设定好锥转子与“板”之间的间隙。
2. 把样品杯的进/出水口与水浴连接，设定并恒定好水浴的温度。
3. 根据附录 A 表 A1 找出当前转子所需的样品量。
4. 选择一种粘度值在 10%至 100%最大测量值范围的标准液。当粘度值大于 5000cP 时，请选用矿物油标准液，而不是硅油标准液。对于指定的转子和转速，标准液的粘度值最好尽量接近该组合下的粘度计最大测量值。
5. 拆下样品杯，并注入适量标准液，等 10 分钟让两者温度达到一致。
6. 装上样品杯，至少等 15 分钟让温度到达一致。
7. 开始测量并记录粘度值。

如何判定粘度计是否准确

当判定粘度计是否准确时，我们需要同时考虑仪器本身和标准液自身的误差。对于某种转子和转速的组合，粘度计的测量误差范围为该组合下所能测量的最大粘度值的。对于标准液，其误差范围是表称粘度值的(+/-)1%。

例子：

计算 RVDV-II+ 粘度计在转速为 2RPM, RV-3 转子的情况下，利用在 25℃ 时粘度值为 12,257cP 的博力飞粘度标准液 12,500 校验其准确性时，可允许的粘度误差范围。

1. 计算当前情况下能测量的最大粘度值
 最大粘度值 (cP) = TK * SMC * 10,000 / RPM
 TK 为弹簧扭转当量，对于 RVDV-II+ 粘度计为 1.0
 SMC 为转子常数，对于 RVDV-II+ 的 #3 转子为 10.0
 最大粘度值 = $1 * 10 * 10,000 / 2 = 50,000 \text{cP}$
 因此 RVDV-II+ 粘度计在当前情况下误差范围为 $50,000 \text{cP} * (+/-) 1\% = (+/-) 500 \text{cP}$
2. 标准液粘度误差 = $12,257 * (+/-) 1\% = (+/-) 122.57 \text{cP}$
3. 允许的粘度误差范围 = 粘度计误差范围 + 标准液粘度误差范围
 = $(500 + 122.57) = (+/-) 622.57 \text{cP}$
4. 因此当读数在 11,634.4 (12257-622.57) 和 12,879.6cP (12257+622.57) 之间时，证明该粘度计工作正确。否则，该粘度计需要进行检验和维修。

护腿的作用

对于所有的博力飞 LV 和 RV 旋转粘度计都配有护腿，为保护转子而设计。因为护腿是作为仪器校验中的需要考虑的一个部件，所以必须装上护腿，否则会影响测量的准确性。在实际应用过程中，很多时候会碰到盛装样品的容器小于 600 毫升，护腿需要拆除的情况。在这种情况下，粘度计也会测量到一个准确而又可重复的扭矩百分比读数 (Torque)，在没有根据当前情况下对博力飞因子 (factor) 进行修正而直接换算成粘度值时，所得的粘度值不是样品实际的粘度。

附录 F： 转速集，详情参阅英文版操作手册。

附录 G： 模拟信号通讯接口，详情参阅英文版操作手册。

附录 H： 实验室用支架安装，详情参阅英文版操作手册。

附录 I： DVE-50 温度探针安装夹，详情参阅英文版操作手册。